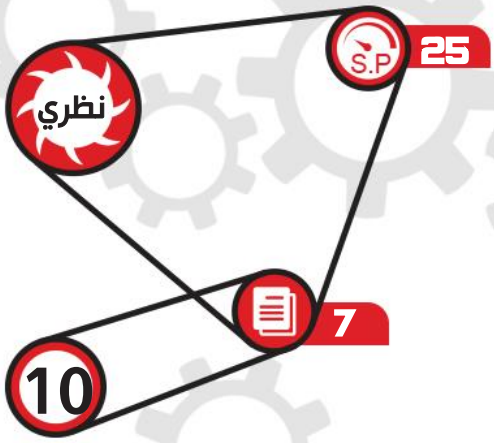


الصوت

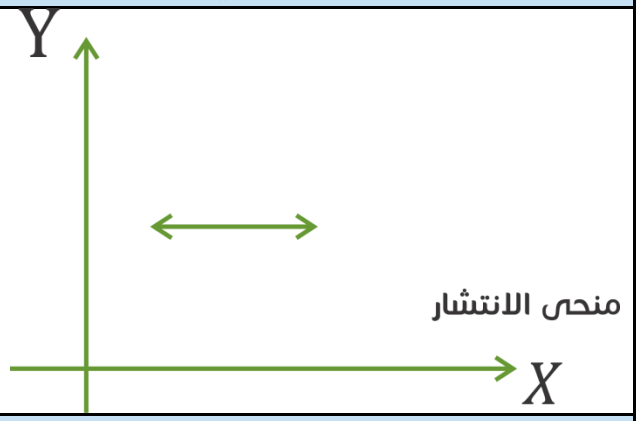
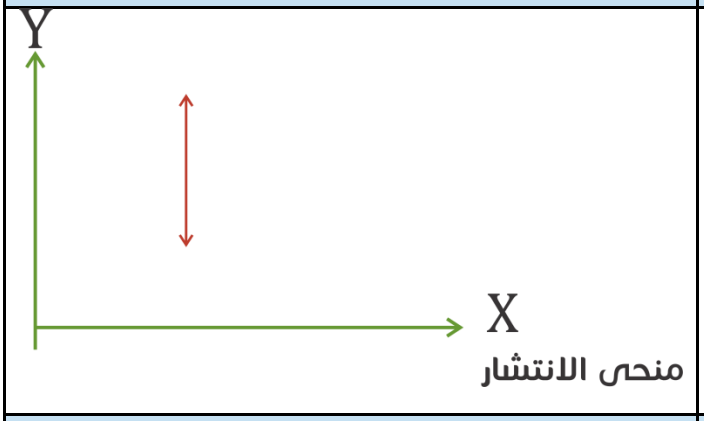
د.أحمد دبل

الفيزياء (1)

RB HAMAK

انتشار الأمواج الصوتية:

تنتشر الأمواج الصوتية بشكل طولي أو عرضي

الطولية	العرضية
يكون جهة انتشار الموجة يوازي منحى الانتشار	يكون جهة انتشار الموجة يعامد منحى الانتشار
	
الصوت	الضوء

إن الصوت ناتج عن تخلخل للضغط في عمود الهواء

إن معادلة انتشار موجة صوتية تعطى بالعلاقة:

$$y = A\cos(kx - wt)$$

وإن الموجة الصوتية تتميز بصفة الدورية المضاعفة للزمن و للمسافة و باشتقاق المعادلة:

$$\acute{y}_x = P = -K.A.\sin(kx - wt)$$
$$P = B.K.A.\sin(kx - wt)$$
$$P = P_{max}.\sin(kx - wt)$$

$B.K.A = P_{max}$

حيث: $k = \frac{2\pi}{\lambda}(rad.m^{-1})$ تمثل العدد الموجي

$\omega = \frac{2\pi}{T}(rad.s^{-1})$ التردد الزوجي

$A(m)$ السعة العظمى

$B = \frac{-\Delta P}{\Delta V/V_0}$ (معامل الحجم) واحدته بالباسكال pa

إن المعامل هو كمية الضغط الذي انضغط به الصوت .

للتذكرة

$$1\ atm = 1{,}013 \times 10^5 Pa$$
$$1\ bar = 10^5 pa$$
$$m\ bar = 0.1\ pa$$

إن انتشار الصوت يستغرق زمن و يحتاج لمسافة للانتقال

نشتق المعادلة بالنسبة للزمن t:

$$\acute{y}_t = v = +\omega . A . \sin(kx - \omega t)$$
$$v = v_{max} . \sin(k . x - \omega . t)$$

وعند ضرب تابع السرعة بتابع الضغط:

$$v . p = \omega . A^2 . k . B . \sin^2(kx - \omega t)$$
$$I = \frac{1}{2}\omega . A^2 . k . B$$

وهي شدة الموجة الصوتية واحدتها w/m^2

سرعة انتشار الأمواج الصوتية

gas	*liquid*	*solid*
$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$ حيث: $\gamma > 1$ معامل الغازات، R ثابت الغازات العام، T درجة الحرارة بالكلفن، M الكتلة المولية.	$v_l = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$ $B = \frac{-\Delta P}{\Delta V / V_0}$ حيث B معامل الحجم pa	$v = \sqrt{\frac{y}{\rho}}$ $y = \frac{\Delta P}{\Delta l / l_0}$

حيث:

$$(\text{يونغ})\ y = \frac{\Delta P}{\frac{\Delta l}{l_0}}$$

وهو معامل التمدد الطولي واحدته Pa

فهو يمثل ضغط.

علل إن سرعة انتشار الأمواج الصوتية في الأجسام الصلبة أكبر من السائل والغاز.

بسبب ترابط الجزيئات و تراصص جزيئات المادة لهذا السبب نستطيع سماع صوت القطار قبل وصوله.

$$y = A . \cos(kx - \omega t)$$

وبالتالي فالمسؤول عن ارتفاع الصوت هو A

أما f فهو مسؤول عن مدروج الصوت (أي التوتر الأساسي للموجة)

مدروج اساسي $f_1 = n.f_0$ مدروج

نعرف مستوى شدة الصوت (β) :

$d\beta$ وواحدته (ديسي بيل)نسبة لغراهام بيل مخترع الهواتف

$$\beta = 10log\frac{I}{I_\Delta}$$

$$I_\Delta = 10^{-12}\frac{w}{m^2}$$

وهو مستوى الصوت المرجعي (شدة الصوت)التي توافق $1000Hz$

سألت طالبة : ماذا يعني $I = \frac{w}{m^2}$

فأجابها الدكتور: هو مقدار الاستطاعة المنتشرة في واحدة المساحة.

المجال الصوتي:

أكثر منه $\rightarrow (20 - 20000)HZ \leftarrow$ أقل منه

$ultrasonic$ المجال السمعي $infrusonic$

أما عند $100HZ$ نسمع ولكن بهمس.

مسألة

إذا علمت أن شدة الصوت تتراوح بين 80 dB و 25dB حدد شدة الصوت الموافقة و قارن بينهما:

$$\beta = 10.log\frac{I}{I_\Delta}$$

$$\frac{\beta}{10} = log\frac{I}{I_\Delta}$$

$$10^{\frac{\beta}{10}} = \frac{I}{I_\Delta} \rightarrow 10^{\frac{\beta}{10}} = \frac{I}{10^{-12}}$$

للحفظ $I = 10^{-12+(0,1)\beta}$

$$I_{25} = 10^{-12+(0,1)(25)} = 10^{-9,5}\frac{w}{m^2}$$

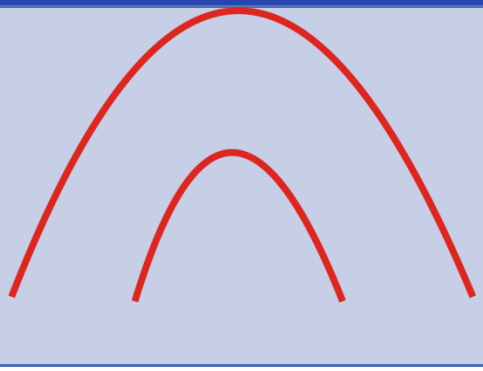
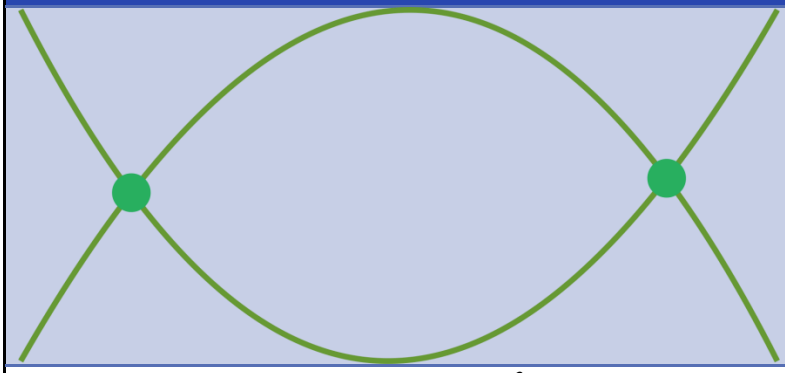
$$I_{80} = 10^{-12+(0,1)(80)} = 10^{-4}\frac{w}{m^2}$$

$$\frac{I_{25}}{I_{80}} = \frac{10^{-9.5}}{10^{4}} = 10^{-5,5}$$

التداخل و الطنين

يحدث الطنين عندما $f_1 = f_2$ $\Leftarrow$ حالة تجاوب

و التداخل إما أن يكون هدام او بناء

البناء	الهدام
	
$\Delta x = n\lambda$ حيث n هو عدد صحيح من طول الموجة	$\Delta x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ n هو عدد صحيح من طول الموجة
$f_n = \frac{nv}{d}$ حيث d فرق المسير	$f_n = \frac{nv}{2d}$ حيث d فرق المسير

إذا كنا بمنطقة فيها صوتان المسافة بينهما x أريد أن أعرف نوع التداخل فإن:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

فرق المسير $\Delta x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

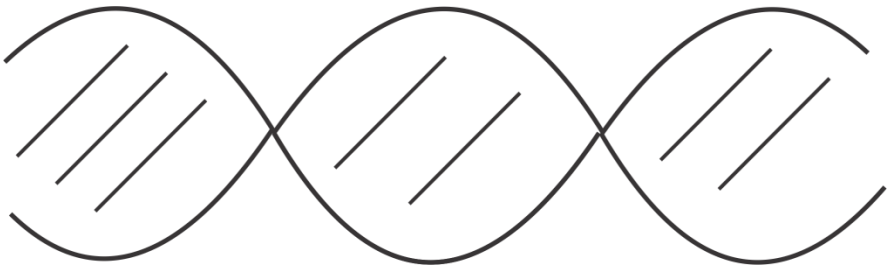
$$n = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

إذا كان n زوجي فيكون أعظم ما يمكن فهو بناء أما إذا كان n فردي فيكون هدام.

لا يجب أن تكون n سالبة.

لتوضيح البناء و الهدام (كأن الصوت واضح أم غير واضح)

الخفقان



إذا كان لدينا موجتان متشابهتان بالتردد $f_1 = f_2$

وسعة الموجة الأولى تكاد تساوي سعة الموجة الثانية $A_1 \approx A_z$

فإنه يتشكل لدينا تداخل بالموجتين الصوتيتين

- ✓ إن الخفقان لا يمكن تحديد الموضع خلاله.
- ✓ إن الخفقان هي ظاهرة تستخدمها الحشرات لحماية نفسها.

$$f_{beats} = |f_a - f_b|$$

سألت طالبة: ما الفرق بين الخفقان و التداخل ؟

فأجابها الدكتور: إن الخفقان هو من المصدر نفسه أما الطنين يكون من مصدرين .

أثر دوبلر الصوتي

طول موجة الصوت في حالة السكون $\lambda_s = \frac{v}{f_s}$

طول الموجة الأمامي $\lambda_{infrom} = \frac{v - v_s}{f_s}$

طول الموجة الخلفي $\lambda_{behind} = \frac{v + v_s}{f_s}$

علاقة انزياح دوبلر $f_l = \left(\frac{v + v_l}{f_s}\right) f_s$

إن سرعة الصوت في الخلاء هي: $v = 340 \frac{m}{s}$

v_l **سرعة الراصد** : تكون موجبة عندما يقترب وسالبة عندما يبتعد.

v_s **سرعة المصدر** (موجبة او سالبة)

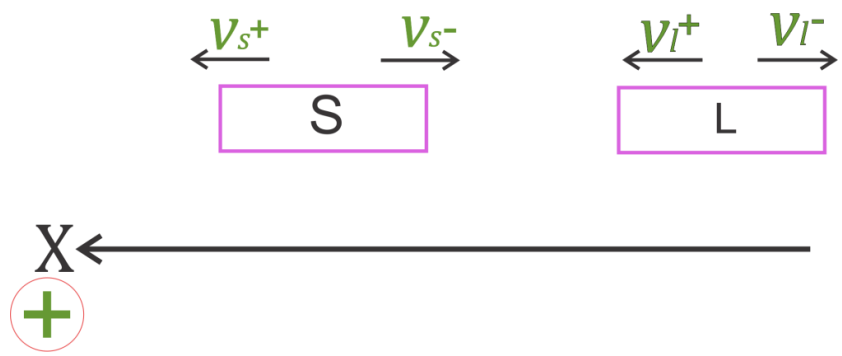
نتذكر

$$\lambda_{inf} < \lambda_s < \lambda_{beh}$$

وبالتالي:

$$f_{inf} > f_s > f_{beh}$$

أما علاقة دوبلر:



على حسب المبدأ المعتمد.

مسألة

قطار تصدر صافرته صوت تردده $f = 300HZ$

١) أوجد طول موجة الصوت الصادر

٢) أوجد طول موجة الصوت أمام و خلف القطار إذا كان يسير بسرعة $30\ m.s^{-1}$

٣) احسب التردد الواصل لمستمع يقف في المحطة والقطار قادم

٤) احسب التردد الواصل للمستمع وهو يتحرك باتجاه القطار بسرعة $10m.s^{-1}$

٥) احسب التردد الواصل لمستمع يسير باتجاه القطار و القطار يبتعد

٦) احسب التردد الواصل لمستمع يبتعد عن القطار و القطار يبتعد

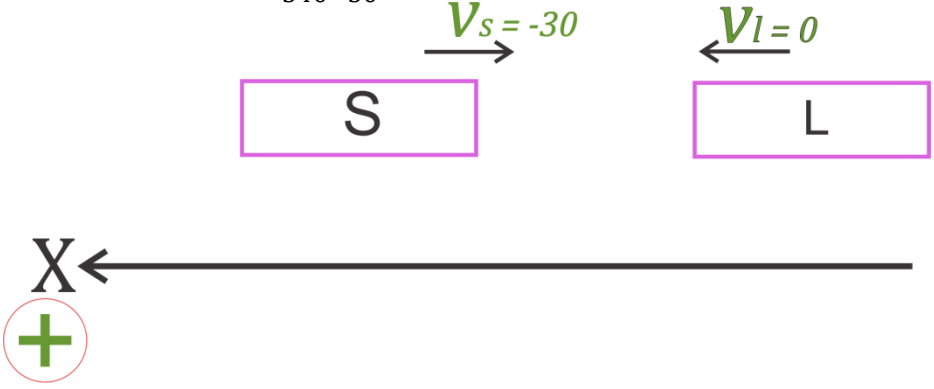
الحل:

١) $\lambda_s = \frac{v}{f_s} = \frac{340}{300} = 1{,}13m$

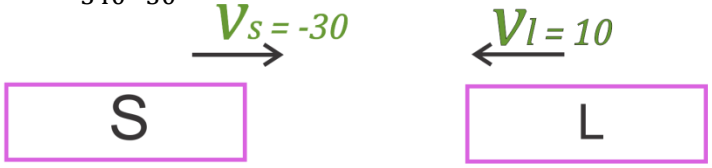
$$\lambda_{inf} = \frac{340-30}{300} = 1{,}03m$$

٢) $\lambda_{beh} = \frac{340+30}{300} = 1{,}23m$

٣) $f_n = \frac{340+0}{340-30}(300) = 339HZ$



٤) $f_n = \frac{340+10}{340-30}(300) = 338,7HZ$



٥) $f_n = \frac{340+10}{340+30}(300) = 283,7HZ$

٦) $f_L = \frac{340-10}{340+30}(300) = 329HZ$